

## STUDI AKTIVASI ARANG DARI TEMPURUNG KELAPA DENGAN PENGOZONAN

**Dita Anggarini, Rachmat Triandi Tjahjanto\*, Darjito**

*Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran Malang 65145*

\*Alamat korespondensi, Tel : +62-341-575838, Fax : +62-341-575835  
Email: rachmat\_t@ub.ac.id

### ABSTRAK

Penelitian tentang pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa dengan pengozonan telah dilakukan. Arang hasil aktivasi dengan pengozonan kemudian dibandingkan kualitasnya dengan arang aktif hasil aktivasi  $\text{ZnCl}_2$ . Arang dari tempurung kelapa dikarbonisasi pada temperatur 600 °C selama dua jam. Arang diaktivasi menggunakan  $\text{ZnCl}_2$  selama satu jam pada temperatur 550 °C dan pengozonan dengan variasi waktu 0, 20, 40 dan 60 menit. Arang hasil aktivasi dibandingkan daya adsorpsinya terhadap senyawa iodine, metilen biru dan metil jingga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arang aktif yang diaktivasi dengan  $\text{ZnCl}_2$  memiliki daya adsorpsi yang lebih baik terhadap senyawa iodine, metilen biru dan metil jingga daripada arang aktif yang diaktivasi dengan pengozonan. Namun, semakin panjang waktu pengozonan arang aktif yang dihasilkan memiliki daya adsorpsi terhadap metilen biru dan metil jingga yang semakin baik

**Kata kunci:** adsorpsi, arang aktif, ozonisasi, tempurung kelapa.

### ABSTRACT

Research of activated carbon from coconut shell by ozonisation was conducted. The results compared with activated carbon by  $\text{ZnCl}_2$ . Carbon was made from coconut shell by carbonated at 600 °C for 2 hours. Furthermore, carbon was activated by  $\text{ZnCl}_2$  for 1 hour at 550 °C and activated by ozone with time varied from 0, 20, 40 and 60 minutes. The adsorption of activated carbon towards iodine, methylene blue and methyl orange was compared. The results showed that activation by  $\text{ZnCl}_2$  had a better adsorption process towards iodine, methylene blue and methyl orange than ozonated activated carbon. However, the longer ozonisation time produce activated carbon which had a better adsorption of methylene blue and methyl orange

**Key words:** adsorption, activated carbon, coconut shell, ozonisation

### PENDAHULUAN

Arang aktif telah digunakan secara luas dalam berbagai industri. Penggunaan arang aktif salah satunya adalah sebagai adsorben [1]. Arang aktif yang telah banyak digunakan saat ini adalah yang berasal dari tempurung kelapa. Arang aktif dari tempurung kelapa banyak digunakan sebagai adsorben karena memiliki daya adsorpsi yang selektif, luas permukaan besar, dan memiliki daya ikat kuat terhadap zat yang akan dipisahkan baik secara fisik maupun kimiawi [2].

Dalam penggunaannya sebagai adsorben, arang dari tempurung kelapa perlu diaktivasi. Proses aktivasi berfungsi untuk membuka pori-pori pada permukaan arang dengan cara

memecah ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul yang terdapat pada permukaannya [3]. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa pengozonan dapat meningkatkan luas permukaan arang aktif berbahan dasar tempurung kelapa dari  $783 \pm 51$  menjadi  $851 \pm 25$  m<sup>2</sup>/g [4]. Penelitian lain melaporkan bahwa ozon dapat memodifikasi daya adsorpsi arang aktif terhadap zat warna metilen biru [5] dan metil jingga [6]. Pengozonan dapat menurunkan daya adsorpsi terhadap metilen biru [5] sedangkan daya adsorpsi terhadap metil jingga semakin meningkat [6].

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji lebih lanjut pengaruh pengozonan terhadap daya adsorpsi arang aktif. Pengujian daya adsorpsi arang aktif dilakukan terhadap senyawa iodin, metilen biru dan metil jingga. Pada penelitian ini aktivasi arang aktif dari tempurung kelapa dilakukan dengan menggunakan dua cara aktivasi yaitu aktivasi dengan ZnCl<sub>2</sub> dan dengan pengozonan. Hasil uji daya serap arang aktif terhadap iodin, metilen biru dan metil jingga dibandingkan untuk menentukan metode aktivasi yang lebih efektif berdasarkan jumlah zat yang terserap.

## **METODA PENELITIAN**

### **Bahan dan Alat**

Tempurung kelapa hijau sebagai bahan awal arang aktif diperoleh dari Desa Paras Karangnongko Poncokusumo, Malang. Bahan lain yang digunakan adalah padatan KI, padatan I<sub>2</sub>, padatan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O, padatan amilum, padatan metil jingga dan padatan metilen biru. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai derajat kemurnian pro analisa (pa).

Alat yang digunakan adalah seperangkat alat ozonator buatan sendiri, seperangkat peralatan gelas, ayakan 100 mesh, tanur Memert and Haber, Spektrofotometer UV-Vis Shimadzu 1601, Spektrofotometer Inframerah Shimadzu 8400S dan SEM Hitachi TM3000 Tabletop Microscope.

### **Prosedur**

#### **Proses Karbonisasi**

Proses karbonisasi diawali dengan penyiapan tempurung kelapa yang dibersihkan dari sabut, setelah itu dihancurkan sampai ukuran 3-5 cm menggunakan palu. Bahan tersebut kemudian dikeringkan dalam oven selama lima jam dengan temperatur 120 °C. Kemudian,

bahan tadi dimasukkan dalam tanur selama dua jam dengan temperatur 600 °C, dihancurkan menggunakan blender dan mortar kemudian diayak dengan ayakan 100 mesh.

### **Proses aktivasi**

Proses aktivasi kimia diawali dengan penimbangan dua gram serbuk arang ukuran 100 mesh, dan ditambah dengan 0,4 gram  $\text{ZnCl}_2$ . Campuran tersebut dipanaskan di dalam tanur selama satu jam dengan temperatur 550 °C. Setelah dikeluarkan dari tanur campuran tersebut dibilas dengan akuades dan disaring dengan kertas saring halus dan akhirnya dikeringkan dalam oven selama tiga jam pada temperatur 110 °C.

Proses aktivasi dengan pengozonan diawali dengan penimbangan dua gram serbuk arang ukuran 100 mesh, dimasukkan dalam tabung reaksi dengan panjang 40 cm dan ditambahkan akuades sebanyak 20 mL. Udara bercampur ozon dialirkan dengan laju konstan ke dalam campuran dengan variasi waktu 0, 20, 40 dan 60 menit sambil diaduk. Arang aktif disaring menggunakan kertas saring halus kemudian dimasukkan dalam oven selama satu jam dengan temperatur 110 °C.

### **Uji daya serap arang aktif terhadap iodin**

Pengujian arang aktif terhadap iodin dilakukan dengan menambahkan larutan  $\text{I}_2$  0,05 M sebanyak 25 mL ke dalam 0,25 gram, lalu dikocok selama 15 menit. Kemudian campuran disentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 6500 rpm. Filtrat dipipet sebanyak 5 mL dititrasi dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,05 M hingga berwarna kuning muda. Kemudian, ditambah dua tetes amilum 1% kemudian dititrasi kembali dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  sampai warna biru hilang.

### **Uji daya serap arang aktif terhadap metilen biru dan metil jingga**

Pengujian daya serap arang aktif terhadap metilen biru dan metil jingga dilakukan dengan menambahkan metilen biru 10 mg/L sebanyak 50 mL dan metil jingga 25 mg/L sebanyak 50 mL masing-masing ke dalam 0,1 gram arang aktif. Kemudian, campuran dikocok dengan kecepatan 125 rpm selama tiga jam. Kemudian, campuran disentrifugasi selama satu jam dengan kecepatan 3000 rpm dan dipisahkan filtratnya. Selanjutnya filtrat diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 663,9 nm untuk metilen biru dan 462,8 nm untuk metil jingga.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses karbonisasi dan aktivasi

Proses karbonisasi tempurung kelapa menghasilkan arang berwarna hitam yang patahannya mengkilat disertai dengan penurunan berat. Data penurunan berat tempurung kelapa setelah proses pemanasan 120 °C dan karbonisasi ditampilkan pada Tabel 1. Pada proses pemanasan 120 °C, penurunan berat dari tempurung kelapa basah disebabkan oleh penguapan air, sedangkan pada proses karbonisasi tempurung kelapa kering penurunan berat yang terjadi disebabkan terjadi penguraian selulosa, hemiselulosa dan lignin sehingga terbentuk material karbon (arang).

**Tabel 1.** Data penimbangan bahan pada proses karbonisasi

No	Kondisi Tempurung Kelapa	Massa (gram)
1	Tempurung kelapa basah	526,37
2	Tempurung kelapa kering	396,02
3	Arang tempurung kelapa	110,18

Efektifitas proses aktivasi karbon dapat ditentukan dari nilai rendemen. Penentuan nilai rendemen dilakukan dengan cara membagi berat arang setelah aktivasi dengan berat arang awal terlihat bahwa semakin lama waktu pengozonan maka rendemen yang dihasilkan cenderung semakin berkurang. Nilai rendemen paling kecil diperoleh dari aktivasi dengan  $\text{ZnCl}_2$ . Pada proses pengozonan, terjadi penurunan nilai rendemen seiring dengan meningkatnya waktu ozonisasi. Hal ini disebabkan permukaan arang yang terkikis karena proses oksidasi saat pengozonan. Proses oksidasi itu memecah rantai karbon pada permukaan arang [4] sehingga menyebabkan filtrat dari proses penyaringan berwarna bening kehitaman.

### Uji daya serap arang aktif terhadap iodine, metilen biru dan metil jingga

Uji daya serap arang aktif dengan iodine, metilen biru dan metil jingga dilakukan untuk mengetahui perbedaan daya serap arang hasil aktivasi dengan  $\text{ZnCl}_2$  dan daya serap yang dengan pengozonan. Hasil uji daya serap tersebut disajikan pada Tabel 2. Arang yang diaktivasi dengan  $\text{ZnCl}_2$  mampu mengadsorpsi lebih banyak senyawa iodine, metilen biru dan metil jingga jika dibandingkan dengan arang yang diaktivasi dengan pengozonan. Hal ini disebabkan oleh terbukanya permukaan yang tertutup oleh senyawa pengotor [7]. Adapun waktu pengozonan yang semakin lama menyebabkan daya adsorpsi arang terhadap iodine

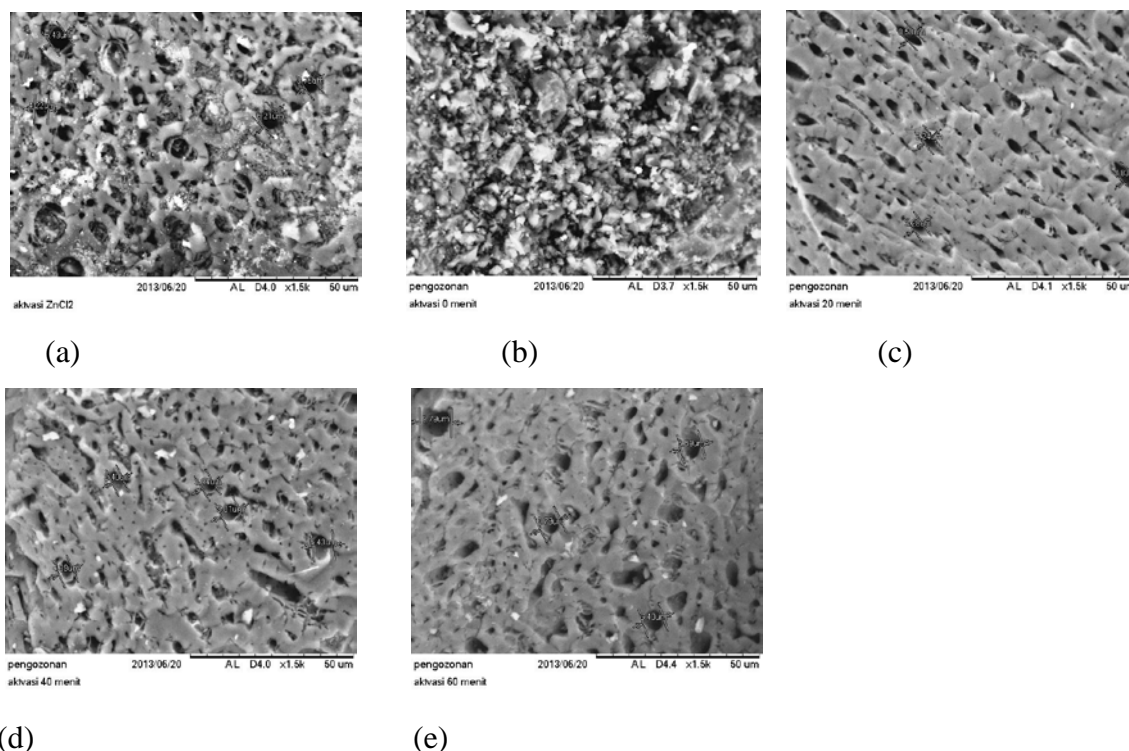
semakin menurun. Hal ini tidak ada hubungan yang teratur antara lama pengozonan dan adsorpsi iodine yang kemungkinan disebabkan oleh munculnya gugus peroksida pada permukaan arang.

**Tabel 2.** Daya serap arang hasil aktivasi

No	Jenis Aktivasi	Iodin yang terserap (mg/g)	Metilen biru yang terserap (mg/g)	Metil jingga yang terserap (mg/g)	Rendemen (%)
1	ZnCl <sub>2</sub>	1150,909	4,9	12,3	68,5
2	Pengozonan 0 menit	1069,337	2,3	0,9	93
3	Pengozonan 20 menit	1057,543	1,4	1,3	85
4	Pengozonan 40 menit	1055,578	1,6	1,4	89
5	Pengozonan 60 menit	1053,612	1,9	1,5	84,5

Lama waktu pengozonan berpengaruh terhadap jumlah metilen biru dan metil jingga yang terserap oleh arang. Semakin lama waktu pengozonan cenderung meningkatkan jumlah metilen biru dan metil jingga yang diserap oleh arang hasil aktivasi. Jumlah metilen biru yang diserap oleh arang hasil aktivasi pengozonan dipengaruhi oleh perubahan morfologi permukaan arang. Morfologi permukaan arang dapat dilihat pada Gambar 1.

Permukaan arang hasil aktivasi ZnCl<sub>2</sub> memiliki pori-pori yang terbuka dan lebar pada Gambar 1(a). Permukaan arang hasil pengozonan dipengaruhi oleh lama pengozonan Gambar (1b-e). Lama pengozonan menghasilkan permukaan yang memiliki pori-pori lebih banyak dan lebar, tetapi pada pengozonan 0 menit keadaan permukaan arang lebih kasar daripada arang hasil aktivasi pengozonan yang lain. Permukaan yang kasar menghasilkan luas permukaan yang lebih besar sehingga mampu menyerap senyawa metilen biru lebih banyak daripada pengozonan 20 menit. Selain itu, lama pengozonan menghasilkan kenaikan gugus hidroksil dan karbonil dimana gugus ini berperan penting dalam adsorpsi senyawa metilen biru (kationik) [8]. Sedangkan untuk metil jingga lamanya waktu pengozonan akan menambah gugus hidroksil pada permukaan, dimana gugus ini berperan penting dalam adsorpsi senyawa anionik [8].



**Gambar 1.** Mikrograf SEM arang hasil aktivasi (a) aktivasi dengan  $\text{ZnCl}_2$ ; (b) Pengozonan 0 menit; (c) Pengozonan 20 menit; (d) Pengozonan 40 menit; (e) Pengozonan 60 menit

### Karakterisasi FT-IR arang aktif

Karakterisasi ini bertujuan untuk mengetahui perubahan gugus fungsi pada permukaan arang aktif setelah dilakukan aktivasi dengan  $\text{ZnCl}_2$  dan pengozonan. Perubahan gugus fungsi pada permukaan arang tidak signifikan. Hasil spektra menunjukkan adanya serapan silika pada daerah bilangan gelombang  $2200\text{--}2400\text{ cm}^{-1}$ . Keberadaan silika tersebut dipengaruhi oleh bahan dasar dari arang aktif yaitu tempurung kelapa yang mengandung silika [9]. Secara umum spektrum yang dihasilkan memiliki profil yang sama yaitu adanya serapan gugus  $\text{C}=\text{C}$  pada daerah  $1700$  dan  $1500\text{ cm}^{-1}$  dan serapan gugus  $\text{C}=\text{O}$  pada daerah  $1850\text{--}1650\text{ cm}^{-1}$  mengidentifikasi bahwa struktur lignoselulosa belum terurai dengan baik sehingga arang sebelum aktivasi dan sesudah aktivasi tidak jauh berbeda [10].

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kualitas arang hasil aktivasi pengozonan belum cukup efektif jika dibandingkan dengan arang hasil aktivasi  $\text{ZnCl}_2$  dilihat dari daya adsorpsi, efisiensi proses pembuatan arang aktif dengan pengozonan cukup efektif jika dibandingkan dengan arang hasil aktivasi  $\text{ZnCl}_2$  dan semakin lama waktu pengozonan

maka jumlah iodine yang diserap semakin menurun sedangkan jumlah metilen biru dan metil jingga yang diserap cenderung semakin meningkat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Laboratorium Kimia Anorganik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan yang telah membiayai sebagian biaya penelitian yang telah dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. LIPI, 1998, Arang Aktif dari Tempurung Kelapa, <http://www.dekindo.com>, diakses tanggal 30 September 2013.
2. Basuki, K.T., Setiawan, B. dan Nurimaniwathy, 2008, *Penurunan Konsentrasi CO dan NO<sub>2</sub> pada Emisi Gas Buang Menggunakan Arang Tempurung Kelapa yang Disisipi TiO<sub>2</sub>*, Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta, Hal 55 – 66.
3. Pradhan, S., 2011, *Production and Characterization of Activated Carbon Produced from a Suitable Industrial Sludge*, Thesis, Departement of Chemical Engineering, National Institute of Technology Rourkela, India.
4. Chiang, H.L., Chiang, P.C., dan Huang, P.C., 2002, Ozonation of Activated Carbon and Its Effects on The Adsorption of VOCs Exemplified By Methylethylketone and Benzene, *Chemosphere*, 47, pp. 267-275.
5. Valdes, H., Polo, M.S., Utrilla, J.R., dan Zaror, C.A., 2002, Effect of Ozone Treatment on Surface Properties of Activated Carbon, *Langmuir*, 18, pp. 2111-2116.
6. Arista, R., 2012, *Ozonisasi Arang Aktif Adsorpsi Metil Jingga*, Skripsi, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang.
7. Rahmawati, E., 2006, Adsorpsi Senyawa Residu Klorin pada Karbon Aktif Termodifikasi Zink Klorida, Skripsi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
8. Mahmoud, D.K., 2012, Characterization and Evaluation Agricultural Solid Wastes as Adsorbents, *Journal of Purity*, 1, pp. 451-456.
9. Cazetta, A.L., 2011, NaOH-Activated Carbon of High Surface Area Produced from Coconut Shell, *Chemical Engineering Journal*, 174, pp. 117-125.
10. Yurkanis, P.B., 2011, *Organic Chemistry Sixth Edition*, California, Pearson, pp. 545-547.